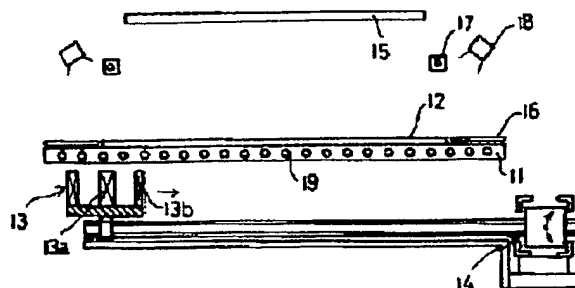


Patent Abstracts of Japan

TITLE : MAGNETRON SPUTTERING DEVICE



COPYRIGHT (C) 1994, JPO&Japio

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-10127

(43)公開日 平成 6 年(1994) 1 月18日

(51)Int.Cl.⁵
C 2 3 C 14/35

識別記号 庁内整理番号
9046-4K

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 8 (全 9 頁)

(21)出願番号 特願平4-193348

(22)出願日 平成 4 年(1992) 6 月28日

(71)出願人 000231464

日本真空技術株式会社

神奈川県茅ヶ崎市萩園2500番地

(72)発明者 内田 岱二郎

神奈川県茅ヶ崎市萩園2500番地日本真空技
術株式会社内

(72)発明者 塚越 修

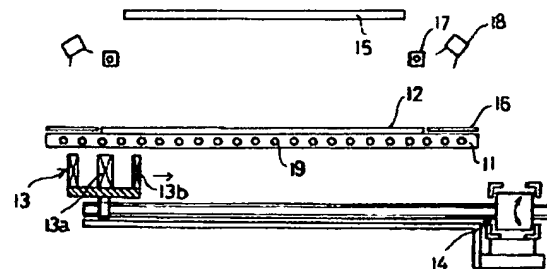
神奈川県茅ヶ崎市萩園2500番地日本真空技
術株式会社内

(54)【発明の名称】 マグネトロンスパッタ装置

(57)【要約】 (修正有)

【目的】 この発明の目的は、ターゲットの使用効率を向上させると共に、スパッタによる不純物の発生等を防止することの可能なマグネトロンスパッタ装置を提供することにある。

【構成】 この発明のマグネトロンスパッタ装置は、ターゲット 1 2 を表面に取り付けたバックアッププレート 1 1 の裏面側に配設した磁石装置 1 3 に移動手段 1 4 を取り付け、その磁石装置 1 3 をバックアッププレート 1 1 の裏面に沿って移動させ、かつ、その移動により、高密度のプラズマがターゲット 1 2 の一端部と他端部との間で各端部においてははみ出すようになるまで、磁石装置 1 3 を動かすことを特徴とするものである。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 バッキングプレートの表面にターゲットを取り付け、バッキングプレートの裏面側に磁石装置を配設し、この磁石装置によってターゲット表面近傍の空間に湾曲した磁場を形成し、この湾曲した磁場によりターゲット表面近傍の空間に高密度のプラズマを発生し、この高密度のプラズマ中のイオンをターゲットに加速衝突させてターゲットをスパッタして、ターゲットに対向して配置された基板に薄膜を形成するマグネトロンスパッタ装置において、上記磁石装置に移動手段を取り付け、この移動手段によって上記磁石装置を上記バッキングプレートの裏面に沿って移動させ、かつ、その移動により上記高密度のプラズマが上記ターゲットの一端部と他端部との間で各端部においてはみ出すようになるまで、上記磁石装置を動かすことを特徴とするマグネトロンスパッタ装置。

【請求項2】 上記ターゲットの端部の廻りを取り囲むように、この端部と隙間をもってアースシールドを配置し、上記隙間にプラズマを流入させないことを特徴とする請求項1記載のマグネトロンスパッタ装置。

【請求項3】 上記磁石装置は、中央部磁石と、この中央部磁石の廻りにこれと間隔をおいて配置された周縁部磁石とを備えることを特徴とする請求項1又は2記載のマグネトロンスパッタ装置。

【請求項4】 上記磁石装置は少なくとも2つの棒状磁石を間隔をおいて平行に配置したものであって、各棒状磁石は上記ターゲットの端部と同方向に伸びていることを特徴とする請求項1又は2記載のマグネトロンスパッタ装置。

【請求項5】 上記ターゲットの端部に近紫外又は紫外線を照射して光電子を発生させ、その光電子をプラズマに供給する電子供給手段を備えていることを特徴とする請求項3又は4記載のマグネトロンスパッタ装置。

【請求項6】 上記ターゲットの端部に熱電子を供給する電子供給手段を備えていることを特徴とする請求項3又は4記載のマグネトロンスパッタ装置。

【請求項7】 上記ターゲットに高周波電力供給手段を備えたことを特徴とする請求項3又は4記載のマグネトロンスパッタ装置。

【請求項8】 上記ターゲットの端部にマイクロ波電力供給手段を備え、その部分に局部的に電子サイクロトロン共鳴（ECR）放電を起こさせる特徴とする請求項3又は4記載のマグネトロンスパッタ装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は、ターゲットを表面に取り付けたバッキングプレートの裏面側に配設した磁石装置を移動させるマグネトロンスパッタ装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 従来、ターゲットを表面に取り付けたバッキングプレートの裏面側に磁石装置を配設し、この磁石装置によりターゲットの表面近傍の空間にマグネロン放電を起こさせて、高密度のプラズマを発生させ、ターゲット材料のITO（インジウム・スズ・酸化物）等をスパッタして、基板にITO等の薄膜を形成するマグネトロンスパッタ装置が広く工業的に用いられてきた。

【0003】 従来のマグネトロンスパッタ装置の一例が図18、図19、図20に示されている。これらの図において、バッキングプレート1の表面にはターゲット2が取り付けられ、また、バッキングプレート1の裏面側には磁石装置3が移動できないように配設されている。磁石装置3は中央部磁石3aの廻りにこれと間隔をおいて配置された周縁部磁石3bとが備えられている。ターゲット2の上方にはこれと対向するように基板4が配置され、また、ターゲット2の端部の廻りには接地されたアースシールド5がターゲット2を取り囲むように端部と隙間をもって配置され、隙間にプラズマが流入しないようにしている。ターゲット2と基板4との間の空間にはリング状のアノード電極6が配置され、このアノード電極6は接地電位となっている。一方、バッキングプレート1には負電圧が印加されている。

【0004】 なお、図中、7は磁石ケース、8は冷却パイプである。

【0005】 従来のマグネトロンスパッタ装置では、図21に示されるようにターゲット2の表面近傍の空間において磁石装置3による湾曲したポロイダル磁場が形成されると共に、ターゲット2とアノード電極6との間の電位差による電場が形成され、これらの磁場と電場とによって直交電磁場が生じるようになる。ターゲット2の表面から宇宙線、自然放射能による二次電子またはエキソ電子が放射されたとなると、これらの電子はターゲット2の表面近傍の空間の直交電磁場により、これに垂直な方向で電場ベクトル（E）と磁場ベクトル（B）とのベクトル積（E×B）の向きに数回のサイクロイドを描きながら運動する。この間にキャリアー・ガス（普通アルゴンが用いられる）分子と衝突してエネルギーの一部を失った電子は、電子に対するポテンシャルの高いターゲット2には戻れず直交電磁場中をトロコイド軌道を描きながら、レース・トラック状のポロイダル磁場の中をドリフトしてゆく。1cmドリフトして行く間のトロコイド軌道の延べ軌道長は数十cmから数百cmに達する。此の間にキャリアー・ガスと衝突してイオン化し、電子とイオンを発生させる（α作用）機会を生じ、生じた電子はやはりトロコイド軌道を描きながらドリフトし、生じたイオンはターゲット2へと加速されてこれと衝突し、ターゲット2の材料のスパッタと二次電子の放出を行い（γ（ガンマ）作用）、放出された二次電子は一次電子と同様のことをおこなう。この様にして、プラズ

マが成長し、ターゲット2の表面近傍の空間にレース・トラック状のプラズマが発生する。ターゲット2、プラズマ間のシース電圧によってキャリア・ガスのイオンがターゲット2へと加速され、ターゲット2の材料をスパッタして基板4に薄膜を形成させる。上記のトロコイド軌道を描きながらベクトル積 ($E \times B$) の方向にドリフトをしてゆく電子は図21に示されるように磁力線が上方に凸に湾曲しているため、シースまたはシースの遷移領域における電場と直交しない場合には、電子が電場ベクトル (E) からうける力 $-e \times$ ベクトル (E) の磁力線方向の力の成分により湾曲している磁力線の頂点の方向へと曲がってゆき、この部分がもっとも電子の濃度が高くなる。従ってイオンも此処に集まりプラズマはこの部分が最も粒子密度が高くなり、従ってこの部分に対応するターゲット2の部分が最もスパッタされ、部分的にエロードされる。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】従来のマグネトロンスパッタ装置は、上記のようにターゲット2を表面に取り付けたバックングプレート1の裏面側に移動できない磁石装置3を配設しているので、ターゲット2の表面近傍の空間において形成される湾曲したポロイダル磁場により高密度のプラズマが形成されるようになる。そのため、ターゲット2の上では、形成された高密度のプラズマ直下の部分が最もスパッタされ、部分的にエロードされるようになる。逆にいえば、ターゲット2の周縁部ではスパッタされる機会に恵まれず、ターゲット2の使用効率が低下する原因となっていた。

【0007】従来のマグネトロンスパッタ装置の他の一例が図22、図23に示されている。これらの図において、バックングプレート1の表面にはターゲット2が取り付けられ、また、バックングプレート1の裏面にはターゲット2の表面にレーストラック状のポロイダル磁場を発生させる磁石装置3と、この磁石装置3をバックングプレート1の裏面に沿って移動させる移動装置9が取り付けられている。但し、磁石装置3はターゲット2の表面に発生したプラズマがターゲット2外にはみ出さない範囲で移動し、また、ターゲット2の端部に特別に電子を発生させるような外部電子発生装置は設けていない。

【0008】この従来のマグネトロンスパッタ装置の他の一例では、プラズマは磁石装置3の移動と共に、ターゲット2の表面に沿って移動し、磁石装置の固定型で見られるような部分的にエロードされる領域がターゲット2にそって動いてゆくので、磁石装置の固定型より広い範囲のターゲット2がエロードされる。しかし、ターゲット2の端に特別に電子を発生させるような外部電子発生装置は設けていないので、プラズマがターゲット2の外にはみ出すような位置まで移動させると、レーストラック状のポロイダル磁場の中をトロコイド軌跡を描きな

がら運動して、 α 作用によって、イオン・電子対を発生させていた電子の道筋が、プラズマの一部がターゲット2の外にはみ出した途端に中断されて、プラズマが消えてしまうので、磁石装置3を、ターゲット2をはみ出さない所までしか移動させることができない。したがって、ターゲット2の周辺部がエロードされずに残り、又、磁石装置3の移動にも制限がつけられるので、ターゲット2の使用効率は十分にあげられない。又、エロードされずに残った部分にスパッタされたターゲット材料が付着して、はがれ、好ましくないゴミ（パーティキュレート）を発生し、又、異常放電を発生させる原因となる。

【0009】この発明の目的は、従来の上記問題等を解決して、ターゲットの使用効率を向上させると共に、スパッタによる不純物の発生等を防止することの可能なマグネトロンスパッタ装置を提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、この発明は、バックングプレートの表面にターゲットを取り付け、バックングプレートの裏面側に磁石装置を配設し、この磁石装置によってターゲット表面近傍の空間に湾曲した磁場を形成し、この湾曲した磁場によりターゲット表面近傍の空間に高密度のプラズマを発生し、この高密度のプラズマ中のイオンをターゲットに加速衝突させてターゲットをスパッタして、ターゲットに対向して配置された基板に薄膜を形成するマグネトロンスパッタ装置において、上記磁石装置に移動手段を取り付け、この移動手段によって上記磁石装置を上記バックングプレートの裏面に沿って移動させ、かつ、その移動により上記高密度のプラズマが上記ターゲットの一端部と他端部との間で各端部においてはみ出すようになるまで、上記磁石装置を動かすことを特徴とするものである。

【0011】なお、この発明においては、上記ターゲットの端部の廻りを取り囲むように、この端部と隙間においてアースシールドを配置する。そして、上記隙間にプラズマを流入させないようにすることが必要である。また、上記磁石装置は、中央部磁石と、この中央部磁石の廻りにこれと間隔をおいて配置された周縁部磁石とを備えたものを使用することが必要である。更に、上記磁石装置は少なくとも2つの棒状磁石を間隔をおいて平行に配置したものであって、各棒状磁石は上記ターゲットの端部と同方向に伸びているものを使用することも必要である。更にその上、上記ターゲットの端部に光電子又は熱電子を供給する電子供給手段、もしくは、上記ターゲットに接続する高周波電力供給手段、又は、ターゲットの端部に局所的にマイクロ波電力を供給する手段を備え、この部分に電子サイクロtron共鳴 (ECR) 放電を起こさせることも必要である。

【0012】

【作用】この発明においては、磁石装置に移動手段を取り付け、この移動手段によって磁石装置をバックングプレート1の裏面に沿って移動させ、その移動により高密度のプラズマをターゲットの一端部と他端部との間で各端部においてはみ出すようになるまで動かしているの、ターゲットの周縁部においてもスパッタされ、ターゲットが全体にわたって均等にスパッタされるようになる。

【0013】なお、ターゲットの端部の廻りを取り囲むように、端部と隙間をもってアースシールドを配置し、隙間にプラズマを流入させないようにしたときには、ターゲット以外の物質をスパッタすることがなくなるので、スパッタによる不純物の発生を防止させることができるようになる。また、ターゲットの端部に光電子又は熱電子を供給する電子供給手段、もしくは、ターゲットに接続する高周波電力供給手段、又は、マイクロ波電力供給手段を備えているときには、プラズマの出発点で光電子、熱電子の補給、RF電圧による強勢、又はマイクロ波によるECR放電が起こり、上記の手段を設けない従来の他の一例では、レーストラック状のプラズマの一部分がターゲットの外側にはみ出すような位置まで磁石装置が移動してきたとき、ターゲットの外側にはみ出した部分のプラズマが消えるばかりでなく、磁石装置の他の一部がターゲットの下にあるような部分までプラズマが非常に弱くなるが、本発明のように上記の手段を設けることにより、このような位置まで磁石装置が動いてきたときもターゲットの外側にはみ出したプラズマの部分は消えるが、磁石装置の他の一部がターゲットの下にあるような部分では、磁石装置がターゲットの下にある部分のはじまりの場所からプラズマが強く立ち上がり、プラズマを出発点から強くし、ターゲットの外にはみ出した一部は消えても、残りの部分では磁石装置がターゲットの外にはみ出さない場合と全く同一の強度となり、スパッタの不均一性を生じさせなくなる。

【0014】更に、2本の棒状磁石の場合（棒状磁石といってもこの言葉から連想されるように長手方向の両端にN極とS極とがあるものとは全くことなり、上方にS極、下方にN極をもつ立方体磁石辺を横一列に図9、図10のように並べたものと、上方にN極、下方にS極をもつ立方体磁石辺を横一列に並べたものとを、図9、図10のように向い合せたものであるが、以後、棒状磁石（直線コース状磁石）と称するが、直線コース状磁石ではターゲット上に上方に凸の磁場トンネルができるが、これはレーストラック状磁石のように環状に閉じているものではないので、レーストラック状磁石の場合、環状ポロイダル磁場中をレースライン磁場の一端から発生し、長手方向に成長して行かねばならぬ。このとき、特別の電子発生装置がない場合にはこの部分に発生する電子が少なく長手方向にトロコイド運動をしながら進んでいて数を増してゆくのであるが、普通の条件ではプラズマが成長するまでに進まねばならぬ距離が10cmに

もなり、この間はプラズマは非常に弱いものである。しかし、上記の特別に電子を発生させる手段の一つを備えていれば、始めから十分な数の電子が存在し、プラズマは1～2cmで十分強くなり、プラズマの弱い部分は無視できるほど短くなる。

【0015】

【実施例】以下、この発明の実施例を図面に基づいて説明する。この発明の第1実施例は図1および図2に示されており、これらの図において、バックングプレート11の表面にはターゲット12が取り付けられ、また、バックングプレート1の裏面側には磁石装置13が配設されている。磁石装置13にはネジ棒をもった移動手段14が取り付けられ、この移動手段14によって磁石装置13がバックングプレート11の裏面に沿って直線移動するようになっている。磁石装置13は中央部磁石13aの廻りにこれと間隔をおいて配置された周縁部磁石13bとが備えられている。ターゲット12の上方にはこれと対向するように基板15が配置され、また、ターゲット12の端部の廻りには接地されたアースシールド16がターゲット12を取り囲むように端部と隙間をもって配置され、隙間にプラズマが流入しないようにしている。ターゲット12と基板15との間の空間にはリング状のアノード電極17が配置され、このアノード電極17は接地電位となっている。一方、バックングプレート11には負電圧が印加されている。ターゲット12の左右端部上方の空間には紫外線または近紫外線光源18が配置され、この光源18からの紫外線または近紫外線を当てて光電子をターゲット12の左端部の符号12aの場所および右端部の符号12bの場所に補給している。バックングプレート11内には冷却パイプ19が配設されている。

【0016】第1実施例においては、ターゲット12の表面近傍の空間において磁石装置13による湾曲したポロイダル磁場が形成されると共に、ターゲット12とアノード電極17との間の電位差による電場が形成され、これらの磁場と電場とによって直交電磁場が生じるようになる。しかしながら、移動手段14によって磁石装置13をバックングプレート11の裏面に沿って直線移動させるようにしているので、直交電磁場もそれに伴って移動し、高密度のプラズマがターゲット12の左端部と右端部との間で各端部においてはみ出すようになるまで動くようになる。その際、ターゲット12の左端部の符号12aの場所および右端部の符号12bの場所に光源18からの紫外線または近紫外線を当てて光電子を補給すると、磁石装置13がターゲット12よりはみ出している、プラズマ30は図17に示されるようにターゲット12の左端部又は右端部においても発生するようになる。電子はターゲット2の表面近傍の空間の直交電磁場により、これに垂直な方向で電場ベクトル(E)と磁場ベクトル(B)とのベクトル積(E×B)の向きに数

回のサイクロイドを描きながら運動する。この間にキャリア・ガス（普通アルゴンが用いられる）分子と衝突してエネルギーの一部を失った電子は、電子に対するポテンシャルの高いターゲット12には戻れず直交電磁場中をトロコイド軌道を描きながら、レース・トラック状のポロイダル磁場の中をドリフトしてゆく。1cmドリフトして行く間のトロコイド軌道の延べ軌道長は数十cmから数百cmに達する。此の間にキャリア・ガスと衝突してイオン化し、電子とイオンを発生させる（ α 作用）機会を生じ、生じた電子はやはりトロコイド軌道を描きながらドリフトし、生じたイオンはターゲット12へと加速されてこれと衝突し、ターゲット12の材料のスパッタと二次電子の放出を行い（ γ （ガンマー）作用）、放出された二次電子は一次電子と同様のことをおこなう。この様にして、ターゲット12の表面近傍の空間にレース・トラック状のプラズマが成長する。しかし、ターゲット12の端部の廻りを取り囲むように、端部と隙間をもってアースシールド16を配置し、隙間にプラズマを流入させないようにしていると、プラズマはターゲット12の手前で切れ、アースシールド16までも広がらず、しかも、ターゲット12以外の物質をスパッタすることがなく、スパッタによる不純物の発生を防止させることができるようになる。

【0017】次に、第2実施例は図3および図4に示されている。第2実施例は第1実施例の紫外線または近紫外線光源18の代わりに、熱陰極20を用いて、熱電子を補給するものである。

【0018】第3実施例は図5および図6に示されている。第3実施例は第1実施例の紫外線または近紫外線光源18の代わりに、ターゲット12に高周波電力供給手段21を接続したものである。

【0019】第4実施例は図7および図8に示されている。第4実施例は第1実施例の紫外線または近紫外線光源18の代わりに、マイクロ波電力供給手段22を備えたものである。

【0020】第5実施例は図9および図10に示されている。第5実施例は第1実施例の磁石装置13の代わりに、少なくとも2つの棒状磁石（レースライン磁石）13c、13dを間隔をおいて平行に配置し、各棒状磁石13c、13dをターゲット12の端部と同方向に伸ばした磁石装置13を用いたものである。レースライン磁石は、上方にN極、下方にS極をもつ立方体磁石片を横一列に並べたもの、及び、上方にS極、下方にN極をもつ立方体磁石片を横一列に並べたものがあり、図9、図10のように配置されている。

【0021】第6実施例は図11および図12に示されている。第6実施例は第5実施例の紫外線または近紫外線光源18の代わりに、熱陰極20を用いて、熱電子を補給するものである。

【0022】第7実施例は図13および図14に示され

ている。第7実施例は第5実施例の紫外線または近紫外線光源18の代わりに、ターゲット12に高周波電力供給手段21を接続したものである。

【0023】第8実施例は図15および図16に示されている。第8実施例は第5実施例の紫外線または近紫外線光源18の代わりに、マイクロ波電力供給手段22を備えたものである。

【0024】

【発明の効果】この発明においては、磁石装置に移動手段を取り付け、この移動手段によって磁石装置をバックアッププレートの裏面に沿って移動させ、その移動により高密度のプラズマをターゲットの一端部と他端部との間で各端部においてはみ出すようになるまで動かしているため、ターゲットの周縁部においてもスパッタされ、ターゲットが全体にわたって均等にスパッタされるようになる。また、ターゲットの端部の廻りを取り囲むように、端部と隙間をもってアースシールドを配置し、隙間にプラズマを流入させないようにしたときには、ターゲット以外の物質をスパッタすることがなくなるので、スパッタによる不純物の発生を防止させることができるようになる。更に、ターゲットの端部に電子を供給する電子供給手段、もしくは、ターゲットに接続する高周波電力供給手段、又は、マイクロ波電力供給手段を備えているときには、プラズマの出発点で光電子、熱電子の補給、RF電圧による強勢、又はマイクロ波によるECR放電が起こり、プラズマを出発点から強くし、スパッタの不均一性を生じさせなくなる。更に、図17a、17bにプラズマの成長が示されている。レーストラック状磁石の一部が図17aのようにターゲットの外にまではみ出すような位置まで動いてくると、プラズマははみ出し部分とはぎれ、磁石がターゲットにかかっている部分から徐々に10cm位の暗部をへ発生するが、非常に弱い。しかし、光電子、熱電子、rf放電、マイクロ波による電子サイクロン放電（ECR）放電が端部にあって、十分な電子を補給すると、図17bのように端部1～2cmから太く強いプラズマが立ち、スパッタリングの端部における効率低下が全然起こらなくなり、ターゲットは全面的に均等にスパッタエロードされる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の第1実施例の正面図

【図2】この発明の第1実施例の平面図

【図3】この発明の第2実施例の正面図

【図4】この発明の第2実施例の平面図

【図5】この発明の第3実施例の正面図

【図6】この発明の第3実施例の平面図

【図7】この発明の第4実施例の正面図

【図8】この発明の第4実施例の平面図

【図9】この発明の第5実施例の正面図

【図10】この発明の第5実施例の平面図

【図11】この発明の第6実施例の正面図

【図12】この発明の第6実施例の平面図

【図13】この発明の第7実施例の正面図

【図14】この発明の第7実施例の平面図

【図15】この発明の第8実施例の正面図

【図16】この発明の第8実施例の平面図

【図17a】この発明の第1実施例においてプラズマの成長を示す説明図

【図17b】この発明の第1実施例においてプラズマの成長を示す説明図

【図18】従来のマグネトロンスパッタ装置の正面図

【図19】従来のマグネトロンスパッタ装置の平面図

【図20】従来のマグネトロンスパッタ装置の斜視図

【図21】従来のマグネトロンスパッタ装置の磁場等を示す説明図

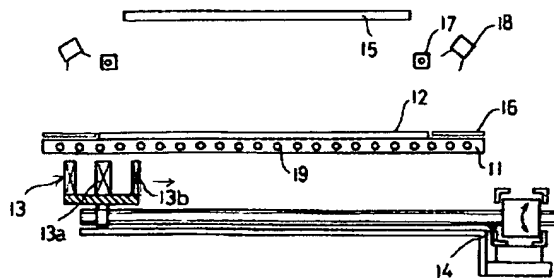
【図22】従来のマグネトロンスパッタ装置の正面図

【図23】従来のマグネトロンスパッタ装置における磁石装置の移動を示す説明図

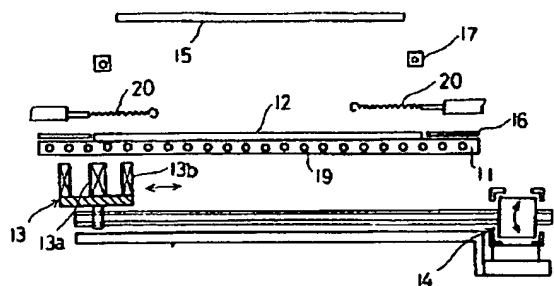
【符号の説明】

- 11・・・バックングプレート
- 12・・・ターゲット
- 13・・・磁石装置
- 14・・・移動手段
- 15・・・基板
- 16・・・アースシールド
- 17・・・アノード電極
- 18・・・光源
- 20・・・熱陰極
- 21・・・高周波電力供給手段
- 22・・・マイクロ波電力供給手段

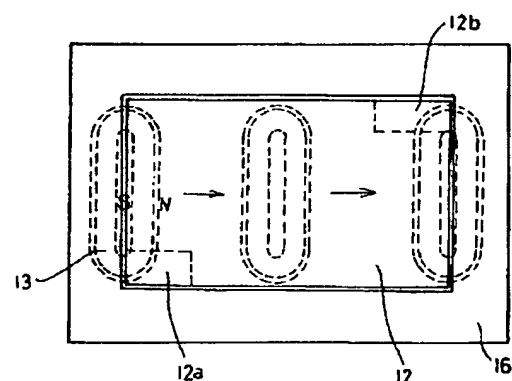
【図1】



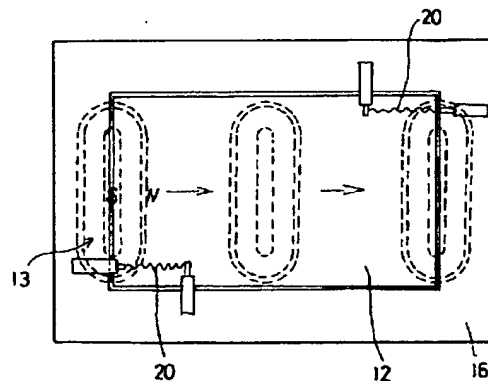
【図3】



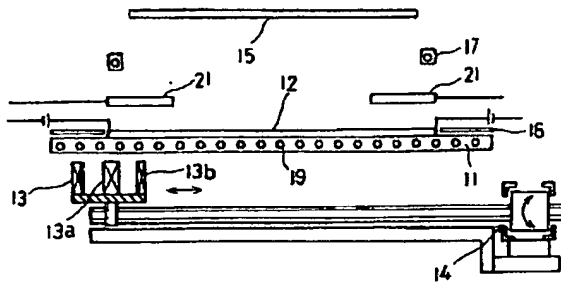
【図2】



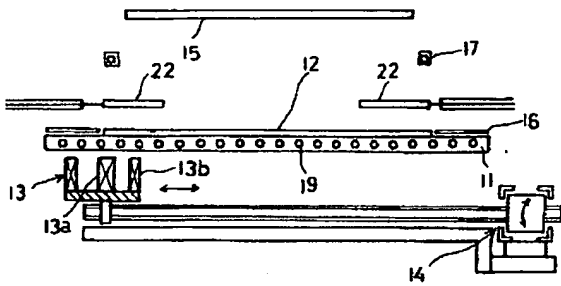
【図4】



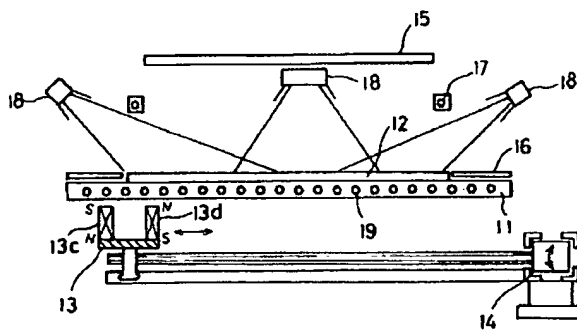
【図5】



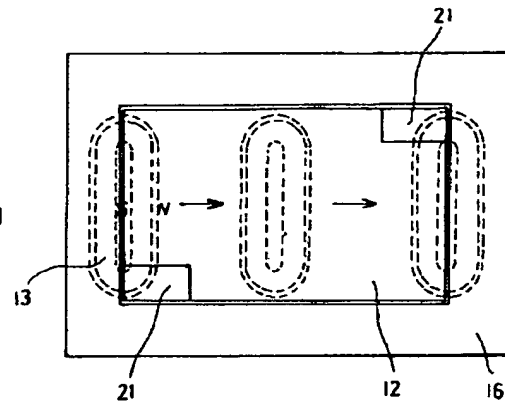
【図7】



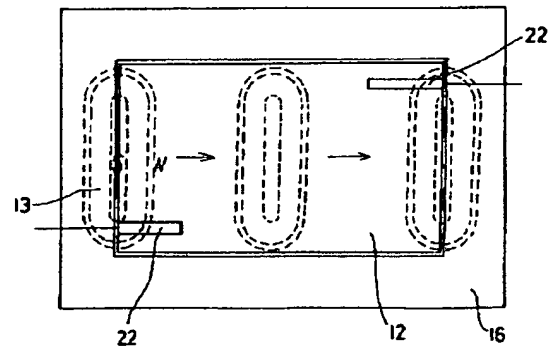
【図9】



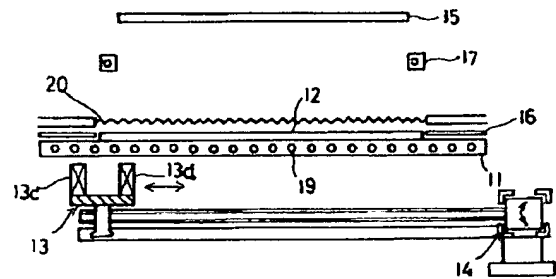
【図6】



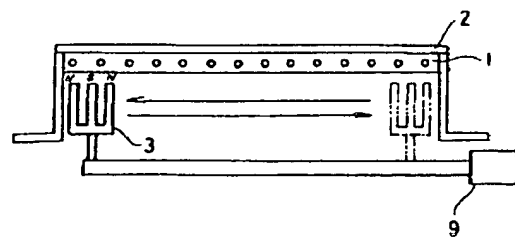
【図8】



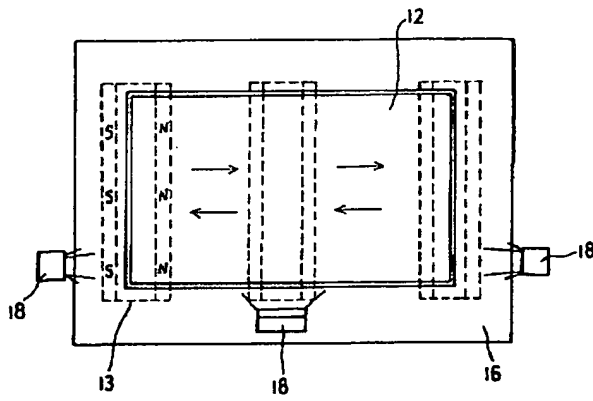
【図11】



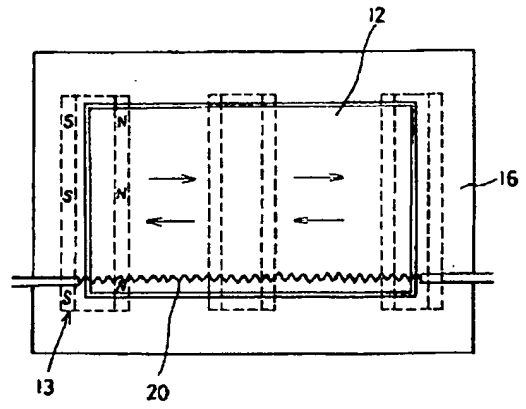
【図22】



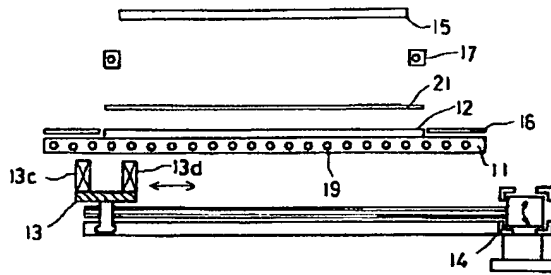
【図10】



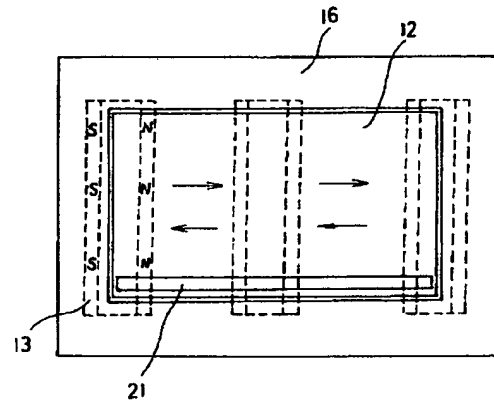
【図12】



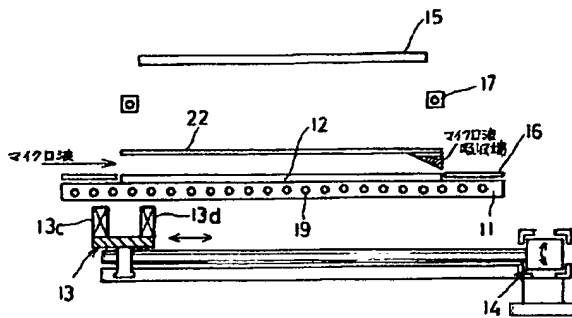
【図13】



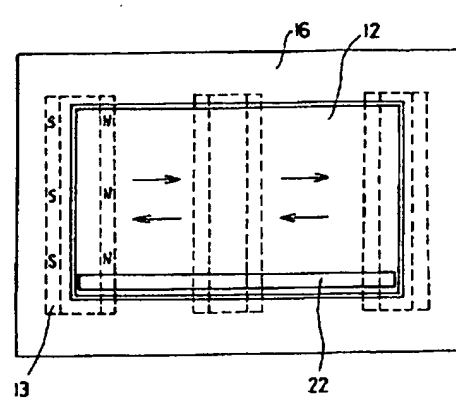
【図14】



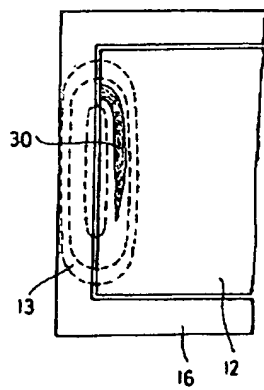
【図15】



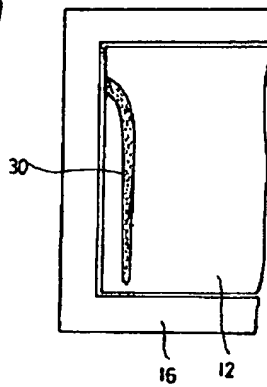
【図16】



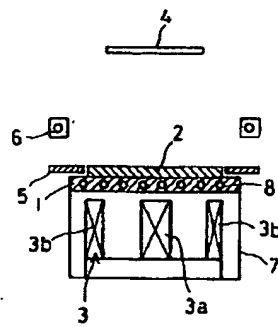
【図17a】



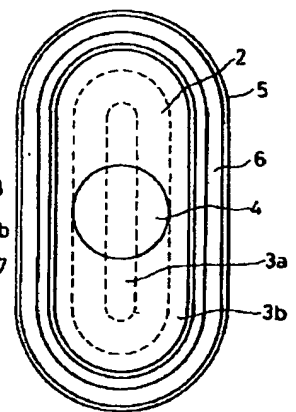
【図17b】



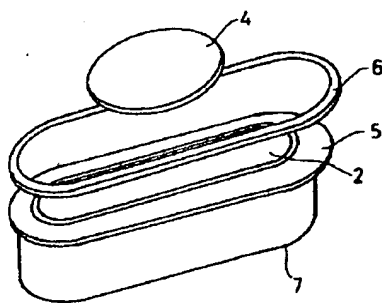
【図18】



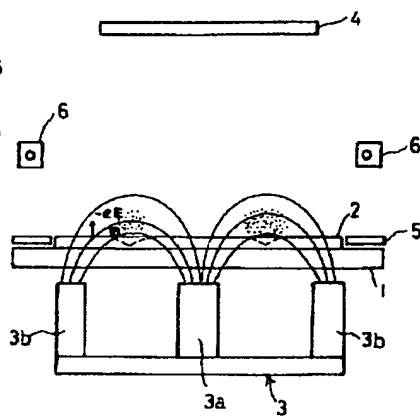
【図19】



【図20】



【図21】



【図23】

